

Inteligencia artificial en la formación médica: revisión de alcance

Carlos Alberto Severo Garcia Júnior¹, Cristiane Tomasi², Indianara Reynaud Toreti², Yuri Farias Lima¹, Giovana Laís Eckert¹, Luis Guilherme Fernandes Martins¹, Antonio Carlos Picalho¹

1. Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá/SC, Brasil. 2. Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma/SC, Brasil.

Resumen

Este estudio presenta una revisión de alcance con el objetivo de identificar, en la producción científica, la incorporación de la inteligencia artificial en la formación profesional de estudiantes de medicina, teniendo en cuenta las implicaciones éticas y los efectos en la relación médico-paciente. Se consultaron diez bases de datos y, tras una selección realizada por tres evaluadores independientes sobre 150 documentos inicialmente identificados, 16 artículos conformaron el corpus de análisis. Los resultados indican que la inteligencia artificial está siendo incorporada de diversas formas en la educación médica, desde softwares de simulación clínica hasta chatbots orientados a la recolección y organización de datos. Sin embargo, los estudios también evidencian preocupaciones éticas relevantes, como el impacto en la relación médico-paciente, la necesidad de preparación docente y estudiantil, y los límites de la tecnología en el cuidado integral. Se concluye que la integración de la inteligencia artificial en la formación médica debe ocurrir de manera ética y crítica, preservando el carácter humano de la práctica clínica.

Palabras clave: Estudiantes de medicina. Relaciones médico-paciente. Inteligencia artificial. Revisión de alcance.

Resumo

Inteligência artificial na formação médica: revisão de escopo

Este estudo apresenta uma revisão de escopo com o objetivo de identificar, na produção científica, a inserção da inteligência artificial na formação profissional de estudantes de medicina, levando em consideração implicações éticas e efeitos na relação médico-paciente. Foram consultadas dez bases de dados e, após triagem realizada por três avaliadores independentes em 150 documentos inicialmente selecionados, 16 artigos compuseram o *corpus* da análise. Os resultados indicam que a inteligência artificial está sendo incorporada de diferentes formas à educação médica, desde *softwares* de simulação clínica até *chatbots* voltados à coleta e organização de dados. Entretanto, estudos também evidenciam preocupações éticas relevantes, como o impacto na relação médico-paciente, a necessidade de preparo docente e discente e os limites da tecnologia no cuidado integral. Conclui-se que a integração da inteligência artificial na formação médica deve ocorrer de maneira ética e crítica e de modo a preservar o caráter humano da prática clínica.

Palavras-chave: Estudantes de medicina. Relações médico-paciente. Inteligência artificial. Revisão de escopo.

Abstract

Artificial intelligence in medical education: a scoping review

This study presents a scoping review aimed at identifying, within the scientific literature, the integration of artificial intelligence into the professional training of medical students, considering ethical implications and effects on the doctor-patient relationship. Ten databases were consulted and, after screening conducted by three independent reviewers of 150 initially selected documents, 16 articles composed the corpus of analysis. The results indicate that artificial intelligence is being incorporated into medical education in various ways, ranging from clinical simulation software to chatbots designed for data collection and organization. However, studies also highlight relevant ethical concerns, such as the impact on the doctor-patient relationship, the need for faculty and student preparedness, and the limits of technology in comprehensive care. It is concluded that the integration of artificial intelligence into medical education should occur in an ethical and critical manner, preserving the human nature of clinical practice.

Keywords: Students, medical. Physician-Patient relations. Artificial intelligence. Scoping review.

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.

La inteligencia artificial (IA) se concibe como un campo de desarrollo tecnológico destinado a simular las habilidades cognitivas humanas, como el reconocimiento de patrones, el análisis de información, la ejecución de tareas y la toma de decisiones. Para lograr estos objetivos, la IA utiliza técnicas como el aprendizaje automático, las redes neuronales artificiales, el procesamiento del lenguaje natural y la visión artificial¹. Estas tecnologías operan con base en grandes volúmenes de datos, denominado *big data* (macrodatos), que alimentan algoritmos capaces de aprender y mejorar continuamente su desempeño².

Se puede entender la IA como un campo multidisciplinario, visto que integra fundamentos de lógica, matemáticas, estadística, informática, neurobiología y otras áreas del conocimiento. Su aplicación se ha extendido a diversos dominios, como los sistemas financieros, bancarios, de seguridad y de salud, además de asistentes virtuales y otras tecnologías de la vida cotidiana^{1,2}.

En el área de la salud, se observa una creciente digitalización de los registros médicos, junto con el enriquecimiento continuo de las bases de datos epidemiológicos y clínicos. Este contexto representa un terreno fértil para la aplicación de la IA, no solo en la atención asistencial, sino también en la formación de profesionales. La medicina, como campo en constante transformación tecnológica, ha incorporado algoritmos inteligentes en diversas etapas del diagnóstico, pronóstico y procesos de enseñanza-aprendizaje. Se han utilizado herramientas como simuladores, plataformas adaptativas y pacientes virtuales para este fin, aunque existen limitaciones inherentes, como la complejidad y la imprevisibilidad de las situaciones reales³.

Si los algoritmos son capaces de reconocer patrones, generar recomendaciones e incluso anticipar brotes y predecir la evolución de enfermedades, así como proponer intervenciones personalizadas y ayudar en la toma de decisiones clínicas⁴, ¿cómo se relaciona este complejo mecanismo tecnológico con la formación médica? En la formación médica, estos recursos tecnológicos también desempeñan un papel relevante al permitir la capacitación en habilidades, la simulación de atención y la provisión de *feedback* automatizado a los estudiantes de grado⁵.

El escenario actual demuestra que la actuación médica se está reconfigurando, influida por

la aparición de nuevas tecnologías que están reorientando la forma en que se organiza la atención a la salud. La IA, como resultado de este avance en el campo del desarrollo, no solo participa en el razonamiento clínico, sino también es un elemento influyente en la formación y construcción de la identidad profesional médica⁶.

En este contexto, se hacen necesarios estudios que mapeen las posibilidades de aplicar la IA en la práctica médica, así como las investigaciones que analicen cómo la producción científica ha abordado los desafíos éticos que implica este proceso. Dichos aspectos pueden basarse, por ejemplo, en los cuatro principios clásicos de la bioética: autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia⁷, o incluso en otras perspectivas. La literatura científica reciente indica que la IA todavía plantea preocupaciones éticas y legales entre los profesionales⁸.

Además, es fundamental identificar en la literatura cómo se está incorporando la IA en la formación profesional de los estudiantes de medicina. Teniendo en cuenta que esta tecnología tiene el potencial de transformar el proceso de aprendizaje, sobre todo la adquisición de conocimientos y habilidades, resulta igualmente importante comprender sus posibles impactos en la actuación médica futura. Esto incluye aspectos como la precisión diagnóstica, la toma de decisiones terapéuticas y la calidad de la relación médico-paciente, abarcando el cuidado integral que se ofrece a la comunidad en el ámbito de los sistemas de salud.

Por lo tanto, la pregunta que guía esta investigación es la siguiente: “¿Cómo se está incorporando la IA a la formación profesional de estudiantes de medicina y cuáles son las implicaciones éticas, incluidos sus efectos, en la relación médico-paciente?”. A partir de esta pregunta orientadora, este estudio tiene como objetivo identificar, en la producción científica, la incorporación de la IA a la formación profesional de estudiantes de medicina, teniendo en cuenta las implicaciones éticas y sus efectos en la relación médico-paciente.

Método

Se trata de una revisión de alcance de la literatura que utilizó la estrategia PCC⁹, donde la población corresponde a estudiantes de medicina; el concepto, la formación médica; y el contexto,

la inteligencia artificial. Estos tres elementos guiaron la formulación de la pregunta de investigación y la delimitación de los criterios de inclusión y exclusión de los estudios analizados¹⁰.

En esta revisión de alcance, se siguieron algunas etapas metodológicas, desde su orientación por el Extension for Scoping Reviews (PRISMA ScR)¹¹ hasta el desarrollo de una estrategia de búsqueda consolidada y revisada por pares mediante el PRESS checklist para bibliotecarios, y la recolección y exportación de referencias. Se realizó la búsqueda en diez bases de datos: PubMed, Embase, Scopus, Web of Science, Lilacs, SciELO, Redalyc, incluyendo literatura gris a través de ProQuest Dissertations & Theses Global, La Referencia y Google Académico.

La expresión de búsqueda combinó términos del Medical Subject Headings (MeSH), DeCS y términos libres. La expresión de búsqueda se adaptó a cada base de datos según la necesidad, de idioma u operadores avanzados de búsqueda. La obligatoriedad en la intersección de los términos “*students*, *medical*”; “*physician-patient relations*”, “*social skills*” y “*artificial intelligence*” aportó rigidez a los parámetros de recuperación de documentos para la expresión de búsqueda, y resultó en 150 documentos iniciales. Las *strings* con la sintaxis utilizada en cada base de datos se pueden consultar en el protocolo de revisión de alcance publicado en el Open Science Framework (OSF)¹².

El período cronológico de los documentos encontrados se limitó a los documentos indexados desde enero de 2014 hasta junio de 2024. Se seleccionaron documentos redactados en inglés, español y portugués, restringidos a artículos, tesis y disertaciones.

Los metadatos de los respectivos documentos se exportaron al gestor de referencias Mendeley. Tras excluir los documentos duplicados, se enviaron 109 documentos al gestor de revisiones Rayyan. En él, tres revisores independientes participaron en el proceso de selección a ciegas. Primero, evaluaron el título, los resúmenes y las palabras clave. Las divergencias se resolvieron en una reunión de consenso. En la segunda etapa, se analizó el texto completo, y las divergencias se resolvieron nuevamente en una reunión de consenso.

Aunque la búsqueda abarcó diez bases de datos, lo que representa una amplia gama de fuentes de información, el número final de estudios incluidos (n=16) refleja una estrategia de búsqueda precisa

sobre el tema en relación con la combinación de descriptores, lo que resultó en un menor volumen de registros potencialmente elegibles.

La Figura 1 ilustra el diagrama de flujo del proceso de selección de los estudios según las recomendaciones del PRISMA-ScR.

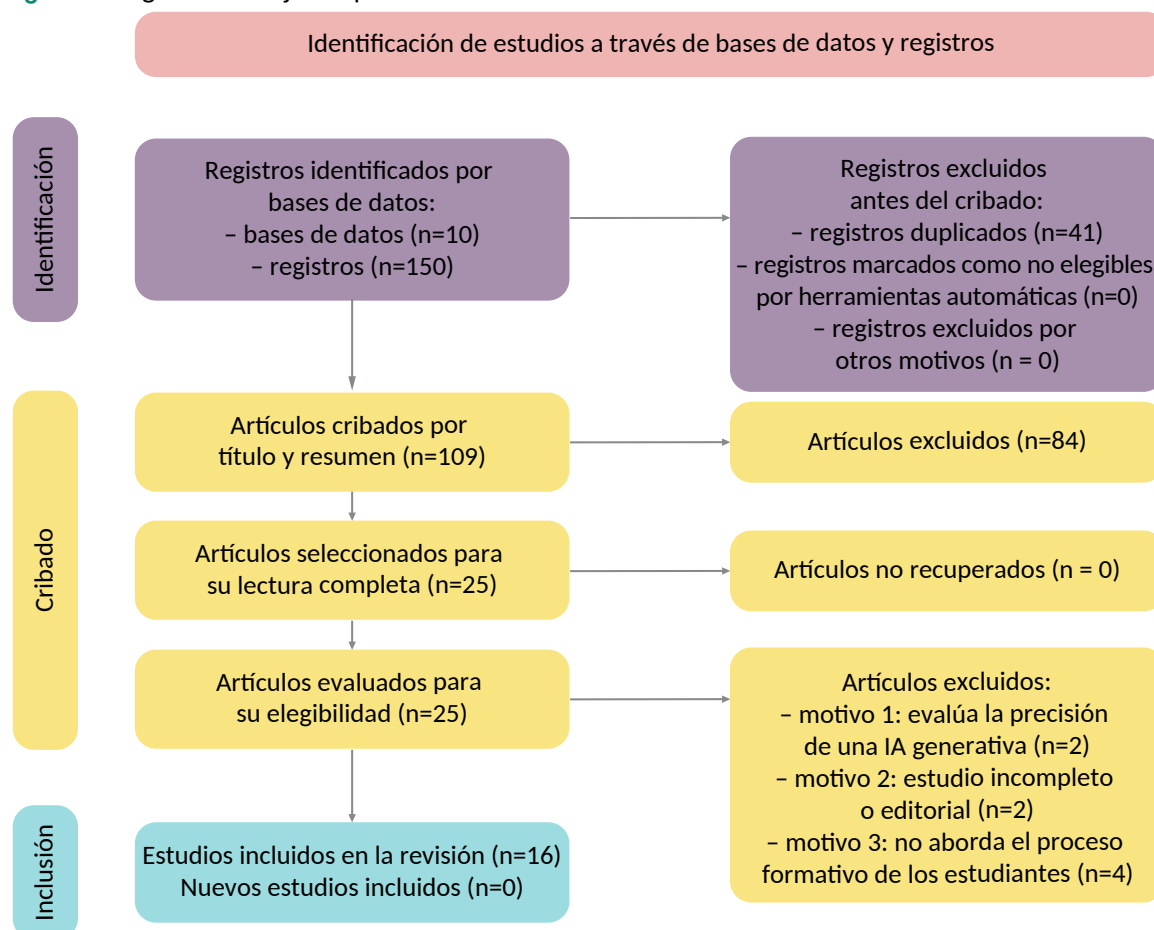
Dos revisores realizaron la extracción de los datos utilizando una hoja de cálculo estandarizada de Excel. Para cada estudio incluido, se extrajeron los siguientes datos: identificación del artículo, título, autoría, año, lugar del estudio, objetivos, metodología, población, así como campos analíticos centrados en la bioética, tales como aspectos éticos en la formación médica, principales resultados, principales defensas, principales problemas y observaciones.

Luego, los datos se sintetizaron en dos etapas: 1) descripción de los estudios (año, país/lugar, diseño y población); y 2) análisis de contenido relacionado con el campo ético, con codificación y agrupación de los hallazgos en categorías emergentes, que fundamentaron la presentación de los resultados y la discusión.

La categorización se realizó mediante un procedimiento inductivo, empezando con una lectura flotante de los textos para identificar los núcleos de singularidad presentes en los registros semánticos. Se aislaron estos núcleos en unidades de análisis (incidentes) y se sometieron a una comparación sistemática entre sí, con el fin de construir una organización que sintetizara la idea central de los hallazgos. Dicho enfoque siguió los principios del análisis de contenido de Bardin, para garantizar homogeneidad, pertinencia, exhaustividad, productividad, objetividad y fidelidad en la clasificación¹³.

Tras el proceso descriptivo-analítico, los núcleos de significado identificados se evaluaron sistemáticamente por pares, mediante la metodología de “comparación constante” propuesta por Glaser y Strauss¹⁴, en la que se identifican patrones recurrentes y se saturan las propiedades de las categorías, pasando por la evaluación de contrastes en los datos (por ejemplo, estudios empíricos versus teóricos), con el objetivo de maximizar las diferencias entre grandes categorías y refinar los límites conceptuales entre categorías próximas simultáneamente. Esta estrategia permitió la cobertura progresiva de los datos en categorías mutuamente excluyentes, lo que garantizó tanto la fidelidad a los textos originales como la coherencia teórica¹⁴.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de estudios



Además de la caracterización descriptiva de los estudios, el análisis de contenido y la comparación constante permitieron identificar tres categorías: 1) el comprometimiento de la relación médico-paciente debido al uso inadecuado de tecnologías, lo que resalta los riesgos de deshumanización de la atención, la fragilidad de la confianza y el desplazamiento de la responsabilidad clínica hacia recomendaciones algorítmicas; 2) los entornos controlados por IA como estrategia para mejorar la seguridad del aprendizaje médico y la práctica clínica futura, al permitir simulaciones y *feedbacks* en escenarios protegidos, con el potencial de reducir daños y mejorar la toma de decisiones, aunque dependan de la calidad de los datos y el diseño pedagógico; y 3) reflexiones críticas sobre el uso de la IA en la recolección de datos y sus limitaciones en el contexto del cuidado integral en salud, señalando que las mejoras de eficiencia pueden coexistir con sesgos, pérdida de contextualización y reducción de

dimensiones subjetivas y sociales de la enfermedad, lo que requiere una supervisión crítica y la integración con el juicio clínico y los principios bioéticos.

Resultados

El Cuadro 1 presenta los 16 artículos seleccionados y cuenta con las siguientes informaciones: autoría, año, objetivos y síntesis de los principales resultados encontrados en los estudios.

Los estudios seleccionados en esta revisión también se organizaron en tres características principales: 1) artículos de carácter teórico y/o de opinión, que presentan reflexiones conceptuales y puntos de vista de los autores^{17,18,24-27,29}; 2) estudios empíricos que realizaron pruebas con la población objetivo investigada^{15,16,21}; 3) investigaciones basadas en entrevistas o en la recolección de percepciones de estudiantes^{19,20,22,23,28,30}.

Cuadro 1. Artículos seleccionados en la revisión de alcance

Autoría; año	Objetivos	Síntesis de los resultados
Tejeda Orozco, Burgos Rodrigues; 2019 ¹⁵	Desarrollo de <i>software</i> de simulación clínica.	El <i>software</i> de simulación en semiología respiratoria está completado en un 80% y se encuentra en la fase de preprueba, con una base científica que justifica su desarrollo. Tiene como objetivos fortalecer la ciencia y prevenir los errores médicos.
Maicher y colaboradores; 2019 ¹⁶	Evaluar un sistema de pacientes estandarizados virtuales (VSP) que utiliza IA y procesamiento del lenguaje natural para permitir a los estudiantes de medicina practicar y recibir <i>feedback</i> inmediato sobre sus habilidades para recolectar información durante la anamnesis.	La precisión del sistema (el 87%) fue similar a la de los evaluadores humanos (el 90%). El uso de redes neuronales convolucionales (CNN), un tipo especializado de algoritmo de aprendizaje profundo, junto con ChatScript, puede mejorar aún más el desempeño.
Yeoh; 2019 ¹⁷	Discutir el futuro de la educación médica mediante el análisis del escenario actual de la educación médica en Singapur, discutiendo algunas tendencias que afectarán el futuro de la medicina y explicando cómo los médicos deben prepararse para estas necesidades futuras.*	Los médicos deben prepararse para cinco grandes tendencias: avances tecnológicos, cambios en los roles profesionales, nuevas prácticas clínicas, innovaciones científicas y formación médica orientada al futuro. La tecnología apoya, pero no reemplaza al médico.
Menéndez; 2020 ¹⁸	Analizar la posibilidad de modificaciones en el modelo médico hegemónico frente a los avances tecnológicos.	La medicina está cada vez más vinculada a la industria farmacéutica, la IA, la medicina genética y la nanotecnología. A pesar de los avances, es necesario replantear la biomedicina para garantizar la equidad y evitar la exclusión.
Castelani; 2020 ¹⁹	Identificar la opinión de discentes y docentes de la enseñanza médica sobre el impacto del uso de sistemas de apoyo a la toma de decisiones clínicas en la práctica clínica y su relación con la enseñanza médica.	Sistemas de apoyo a la toma de decisiones clínicas requieren precaución, visto que pueden reducir la autonomía médica y la humanización, así como promover conductas estandarizadas excesivas e implicar cuestiones éticas y económicas.
Civaner y colaboradores; 2022 ²⁰	Analizar las percepciones de futuros médicos sobre las posibles influencias de la IA en la medicina y determinar las demandas de reestructuración curricular.	El 85,8% de los estudiantes cree que la IA facilita el acceso a la información; el 58,6% teme la desvalorización de la profesión; el 70,5% cree en una reducción de errores; y el 93,8% resalta la importancia de la ética en la formación.
Alemán Belando; 2022 ²¹	Evaluar la eficacia de un programa formativo que combina métodos tradicionales e innovadores (como el uso de <i>chatbots</i>), con el objetivo de mejorar las habilidades clínicas de los estudiantes en la anamnesis y el examen físico.	El 47,5% de los estudiantes evaluó positivamente el uso de <i>chatbots</i> ; el 50,3% consideró que los casos eran equilibrados; el 42,3% coincidió en que los <i>bots</i> mejoran la construcción de la historia clínica.
Navos Iglesias, Rabino, Zocchi; 2023 ²²	Identificar la opinión de estudiantes de medicina sobre la IA.	Los estudiantes de quinto año demostraron una visión más humanizada de la IA, mientras que los de primer año se centraron en los aspectos técnicos. La formación médica debe incluir bioética y antropología para el uso ético de la tecnología.
Moldt y colaboradores; 2023 ²³	Proporcionar una visión general de los conocimientos y las actitudes actuales de los estudiantes de medicina con respecto a las tecnologías de IA, con el fin de determinar qué se necesita para su futura implementación en el plan de estudios.	El 50% pudo explicar la IA, y el 83,3% no teme perder su empleo por su uso. Tras el curso, disminuyeron los temores como la pérdida de contacto con el paciente (el 63,6%) y los problemas de comunicación (el 81,8%).

continúa...

Cuadro 1. Continuación

Autoría; año	Objetivos	Síntesis de los resultados
Seth y colaboradores; 2023 ²⁴	Describir una estructura y una lista de temas que van a facilitar que los estudiantes de medicina de hoy se conviertan en clínicos alfabetizados en datos.*	Comprender la IA y la ciencia de datos es esencial para los médicos actuales y futuros, pero su implementación depende del contexto de la facultad, la región y el sistema de salud.
Tokuç, Varol; 2023 ²⁵	Abordar la cuestión de cómo los avances tecnológicos pueden afectar y cambiar el sistema de educación médica, y cómo optimizar esta configuración sin perder la dimensión humana en las relaciones médico-paciente.*	La tecnología transforma la educación médica al facilitar la interacción, ampliar las redes, personalizar la enseñanza y mejorar el acceso a la información.
Gutiérrez-Cirlos y colaboradores; 2023 ²⁶	Ofrecer una visión general del metaverso, su origen y potencial en medicina, con algunas propuestas para su uso en los campos de la enseñanza y la evaluación.	El metaverso puede revolucionar la educación médica al integrar entornos reales y virtuales, transfiriendo capacidades cognitivas a la nube.
Villca Roso, Choque Medrano; 2023 ²⁷	Analizar el impacto de la simulación médica y la IA en la educación médica de calidad para estudiantes de medicina.*	La IA tiene un gran potencial educativo y clínico, como lo demuestran los modelos que identifican factores de riesgo para la diabetes con un 95% de precisión.
Bautista Huaytalla, Flores Larzo; 2024 ²⁸	Evaluar la percepción del uso de la IA entre estudiantes de medicina de una universidad en Huancayo, Perú.	El 61% de los participantes cree que la IA propiciará importantes avances médicos. No hubo correlación con la edad ni el año del curso, pero los más avanzados consideran la IA una aliada en el estudio de las enfermedades.
Baños Díez, Guardiola Pereira; 2024 ²⁹	Proporcionar una reflexión sobre la posibilidad de que las nuevas tecnologías generen conflictos en el área del humanismo médico.	El uso adecuado de la tecnología y la IA puede mejorar diagnósticos y fortalecer una práctica médica más humanizada.
Sravani y colaboradores; 2024 ³⁰	Evaluar los conocimientos y las percepciones de los estudiantes de medicina sobre la IA en un hospital universitario de atención terciaria.	El 92% cree que la IA mejora el acceso a la información médica, y el 72% defiende la necesidad de capacitaciones éticas sobre su uso. Sin embargo, el 41% teme impactos en el mercado laboral del área de la salud.

* El artículo original no expone claramente su objetivo, por lo que los autores de esta revisión complementaron este campo con su interpretación de los textos primarios.

El análisis del origen de las publicaciones revela un predominio de estudios en América Latina^{15,18,19,22,26-28}, pero con ramificaciones en Asia^{17,20,25,30}, Europa^{21,23,29} y América del Norte^{16,24}. Esta distribución refleja un interés global en el tema, con énfasis en la producción latinoamericana, posiblemente impulsada por discusiones locales sobre tecnología y humanización en la medicina.

En cuanto al diseño metodológico, se observó un predominio de investigaciones con enfoque cualitativo, con un total de nueve artículos. Estos estudios se dedicaron principalmente a comprender las percepciones, opiniones, experiencias y contextos relacionados con la incorporación de la IA a la educación médica^{16-19,22,24-26,29}. Cuatro

artículos adoptaron un enfoque cuantitativo centrado en pruebas de la aplicación de tecnologías de IA en la formación médica, tales como pacientes virtuales y evaluaciones automatizadas^{20,21,28,30}. Finalmente, tres estudios se clasificaron como de enfoque mixto, o cuali-cuantitativo, ya que combinaron técnicas para ampliar la comprensión de los fenómenos investigados^{16,23,27}.

En cuanto a la población involucrada en los estudios, siete artículos tuvieron como participantes exclusivamente estudiantes de grado^{16,20-23,28,30}. Solamente un artículo amplía el alcance de la población del estudio para incluir, además de estudiantes de grado, a médicos en ejercicio y profesores formadores en el área de la salud¹⁹. Los demás artículos

no encajan en esta clasificación, ya que abordan discusiones teóricas sobre el tema^{15,18,24-27,29}.

Al comparar el enfoque metodológico con la población estudiada, todos los estudios con enfoque cuantitativo contaron exclusivamente con estudiantes de grado como participantes^{20,21,28,30}. Mientras tanto, en los tres estudios con enfoque mixto, dos involucraron solamente estudiantes de grado^{16,23} y uno no especificó claramente la población²⁷. Por otro lado, entre los nueve estudios cualitativos, solamente dos involucraron exclusivamente a estudiantes de grado^{16,23}, uno incluyó a estudiantes y otros profesionales de la salud¹⁹, mientras que los seis restantes no abordaron una población específica^{17,18,24-26,29}.

Discusión

La primera categoría (comprometimiento de la relación médico-paciente debido al uso inadecuado de tecnologías)^{18-20,22,29} discute los posibles efectos nocivos del uso de tecnologías en el vínculo entre médicos y pacientes. Estos efectos pueden observarse, por ejemplo, en situaciones en las que algunos pacientes recurren a internet para buscar diagnósticos y tratamientos, lo que, eventualmente, puede generar preocupaciones infundadas y/o prácticas de automedicación, sobre todo cuando existen discrepancias entre el consejo médico y la información encontrada en línea.

Los médicos, a su vez, reconocen que en ciertos contextos los pacientes cambian su actitud frente a la información mediada por la tecnología y demuestran mayor cuestionamiento o inseguridad con respecto a las conductas propuestas. En estas situaciones, algunas consultas pasan a incluir la necesidad de aclarar y reorientar ante las malas interpretaciones del contenido investigado en la web³¹.

Los avances en la IA y la amplia disponibilidad de información médica han ampliado las posibilidades de acceso de los pacientes a datos generales y a conductas basadas en evidencia estadística, lo que, en ciertos contextos, puede influir en la relación médico-paciente. De la misma manera, se observa una creciente valoración de pruebas complementarias y de laboratorio en detrimento del examen clínico, un movimiento que no implica una sustitución, pero que puede contribuir a

una reorganización de las prácticas asistenciales. Estas transformaciones tienden a tensar la relación de cuidado, históricamente fundamental para la profesión, al favorecer enfoques más objetivos, con el riesgo de reducir la atención a las dimensiones subjetivas y contextuales que integran la perspectiva biopsicosocial de la atención³².

La segunda categoría (los entornos controlados por IA como estrategia para mejorar la seguridad del aprendizaje médico y la práctica clínica futura)^{15,16,21,28} presenta la IA como un entorno controlado para estudiantes de grado y usuarios que van a necesitar su conocimiento. En este contexto, la práctica de habilidades médicas en simulaciones y entornos de realidad virtual integrados con IA potencia el desarrollo de la toma de decisiones críticas, la mejora de los procedimientos técnicos y la preparación de los estudiantes para situaciones de alta complejidad y presión, similares a las que se encuentran en la práctica clínica, pero sin exponer a los pacientes a riesgos³³.

Aunque es plausible suponer que el uso de la IA aporta beneficios a la formación médica, los hallazgos de esta investigación revelan un escenario menos prometedor: estudios con diseño heterogéneo, en un solo centro de investigación, con muestras pequeñas y duración limitada, características que apuntan a una evidencia débil. Además, existe el riesgo de que los estudiantes de grado desarrollen una autenticidad limitada en sus relaciones con pacientes reales, puesto que las tecnologías basadas en IA necesitan interacciones físicas y emocionales profundas. A esto se suma la posibilidad de una dependencia excesiva de aplicaciones cuya precisión es cuestionable, principalmente teniendo en cuenta que sus errores metodológicos pueden no estar completamente dilucidados³⁴.

La tercera categoría (reflexiones críticas sobre el uso de la IA en la recolección de datos y sus limitaciones en el contexto del cuidado integral en salud)^{17,23-27,30} propone la IA como un mecanismo para recolectar información y respalda las reflexiones sobre el debate entre el uso de la tecnología y la promoción del cuidado integral en salud. El uso de la IA en el área de la salud implica aplicar sistemas informáticos capaces de analizar grandes volúmenes de datos (*big data*) con el objetivo de proponer soluciones a problemas médicos. Estos sistemas pueden apoyar la toma de decisiones en diferentes etapas de la atención, desde

el diagnóstico precoz hasta la administración de medicamentos y la evaluación de sus efectos en el periodo postratamiento³⁵.

Es importante tener en cuenta que aplicar la IA en el área de la salud exige el acceso a los registros personales de los pacientes para el entrenamiento de los modelos, lo que plantea complejas cuestiones éticas. Entre ellas, destacan la propiedad de los datos, el consentimiento informado para su uso y la asignación de responsabilidad en caso de fallas, ya sean resultantes de la acción médica o del desempeño de los algoritmos³⁶. También hay que considerar los sesgos en esta discusión. Por ejemplo, el sesgo de datos, un problema recurrente en el *machine learning* (aprendizaje automático), puede distorsionar los sistemas de IA y llevarlos a operar de manera discriminatoria. A esto se suma el sesgo de automatización y descalificación, que lleva a muchos profesionales a confiar excesivamente en la tecnología, reducir sus esfuerzos para verificar los resultados generados por las máquinas y, en consecuencia, exponer a sus pacientes a riesgos³⁷.

En este estudio, el análisis integral de los textos demostró que los aspectos éticos permean los estudios, constituyendo una dimensión recurrente en las discusiones. En este contexto, destaca la aplicación de la ética principialista en el uso de la IA en la educación médica, configurándose como un eje que guía el desarrollo y la implementación de estas tecnologías en la relación enseñanza-aprendizaje y en la futura actuación profesional.

El principio de autonomía, que se basa en el derecho de los individuos a la autodeterminación, aparece en cuestiones relacionadas con la sustitución de habilidades médicas, la pérdida del juicio crítico y las amenazas a la relación humano-paciente. El principio de justicia, a su vez, presupone equidad al distribuir los beneficios y las cargas de la IA, incluidos el reconocimiento de las fuentes de datos y el desarrollo de sistemas accesibles, orientando así el uso de la IA para evitar desigualdades⁷.

El principio de no maleficencia en los artículos seleccionados se relaciona con la responsabilidad de evitar daños, es decir, implica el desarrollo cuidadoso de algoritmos fiables, la formación adecuada de los usuarios con respecto a los riesgos y sesgos, así como la protección de la privacidad y la confidencialidad de los datos, además de la mejora continua del modelo para prevenir riesgos clínicos. El principio de beneficencia, por su parte,

orienta la promoción del bienestar, lo que implica capacitar adecuadamente todos los implicados en el uso de la IA para maximizar los beneficios, con el objetivo de garantizar que la IA, en la educación médica, sea ética, segura y eficaz⁷.

Finalmente, la mayoría de los artículos indica que aplicar la IA en la formación médica requiere un enfoque crítico. Su uso tiene el potencial de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje; sin embargo, entre los principales desafíos, destaca la necesidad de garantizar sistemas transparentes, seguros y guiados por principios éticos y reflexivos. Un mayor conocimiento sobre la IA tiende a favorecer su futura adopción por parte de los profesionales de la salud; sin embargo, descuidar los aspectos éticos puede comprometer la calidad de la atención.

Una importante limitación de este estudio radica en que el campo de la IA aplicada a la educación médica es extremadamente dinámico, caracterizado por un flujo continuo y acelerado de publicaciones, sobre todo tras el período adoptado, lo que puede haber implicado la exclusión de innovaciones más recientes. El rápido avance de las herramientas de IA exige actualizaciones periódicas en cualquier tipo de estudio que pretenda identificar los temas emergentes en el área o investigar su uso en algún campo específico, constituyendo, por lo tanto, un tema de revisión continua.

Consideraciones finales

El panorama de la literatura científica se ha transformado con la incorporación de nuevas tecnologías, lo que amplió las posibilidades de la atención en salud y la reconfiguración de las prácticas asistenciales y de formación. La IA surge como un importante desarrollo de este avance tecnológico, que exige reflexiones que trasciendan su aplicación práctica y abarquen también sus impactos éticos y pedagógicos.

Los hallazgos de esta revisión demuestran que la producción científica sobre el uso de la IA en la formación médica brasileña aún es relativamente incipiente, y que predominan los estudios descriptivos. Entre los posibles beneficios, se observan logros pedagógicos asociados al uso de simuladores y pacientes virtuales, lo que favorece la práctica segura de procedimientos complejos, así como de *chatbots*, que refuerzan la anamnesis,

el razonamiento diagnóstico y proporcionan *feedback* inmediato a los estudiantes. Por otro lado, surgen preocupaciones respecto al riesgo de distanciamiento en la relación médico-paciente, la reproducción de sesgos y la responsabilidad legal.

El campo de investigación refleja el predominio de estudios con rigor metodológico variable, muchos de ellos basados en muestras pequeñas o casos aislados, limitando así la solidez y la generalización de los hallazgos sobre el uso de la IA en la educación médica. En este escenario, futuras

investigaciones podrían profundizar cualitativamente en las percepciones de docentes y preceptores sobre los riesgos y beneficios de integrar la IA en el plan de estudios de los cursos de medicina, así como explorar con mayor profundidad las implicaciones éticas de este proceso. Además, investigaciones de carácter multiprofesional, centradas en profesionales que ya trabajan en el sector y que utilizan la IA en su práctica cotidiana, podrían contribuir a fortalecer un ecosistema formativo cada vez más tecnológico, ético e interdisciplinario.

Referencias

1. Caballero R, Martín E. Las bases de Big Data. Madrid: Catarata; 2015.
2. Samajdar SS, Chatterjee R, Mukherjee S, Dey A, Saboo B, Pal J *et al.* Artificial intelligence in healthcare: current trends and future directions. *Current Medical Issues* [Internet]. 2025 [acceso 22 jul 2025];23(1):53-60. DOI: 10.4103/cmi.cmi_93_24
3. Martins KAM, Faria IC, Corcinio MM, Azevedo LAR, Moura CL, Barcelos VHP, Souza FHB. Impacto dos simuladores virtuais nas decisões clínicas: revisão integrativa. *J Health Inform* [Internet]. 2024 [acceso 22 jul 2025];16(Especial). DOI: 10.59681/2175-4411.v16.iEspecial.2024.1263
4. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med* [Internet]. 2019 [acceso 22 jul 2025];25(1):44-56. Disponible: <https://bit.ly/3QWtk8U>
5. Lobo LC. Inteligência artificial, o futuro da medicina e a educação médica. *Rev Bras Educ Med* [Internet]. 2018 [acceso 22 jul 2025];42(3):3-8. DOI: 10.1590/1981-52712015v42n3RB20180115EDITORIAL1
6. Mosch L, Fürstenau D, Brandt J, Wagnitz J, Klopfenstein SA, Poncette AS, Balzer F. The medical profession transformed by artificial intelligence: Qualitative study. *Digit Health* [Internet]. 2022 [acceso 22 jul 2025];8:1-13. DOI: 10.1177/20552076221143903
7. Busch F, Adams LC, Bressem KK. Biomedical ethical aspects towards the implementation of artificial intelligence in medical education. *Med Sci Educ* [Internet]. 2023 [acceso 22 jul 2025];33(4):1007-12. DOI: 1007/s40670-023-01815-x
8. Conceição RGSD, Miranda RBD, de Jesus LMSB, Santos CS, dos Anjos Neta MMS, Yarid SD. Implicações bioéticas da utilização da inteligência artificial na área da saúde: revisão integrativa da literatura. *Rev. Bioét. (Impr.)* [Internet]. 2025 [acceso 22 jul 2025];33:1-8. DOI: 10.1590/1983-803420253847PT
9. Aromataris E, Lockwood C, Porritt K, Pilla B, Jordan Z, editores. *JB1 Manual for Evidence Synthesis* [Internet]. North Adelaide: JBI; 2024 [acceso 22 jul 2025]. Disponible: <https://bit.ly/41Vxfdh>
10. Araújo WCO. Recuperação da informação em saúde: construção, modelos e estratégias. *ConCI* [Internet]. 2020 [acceso 22 jul 2025];3(2):100-34. DOI: 10.33467/conci.v3i2.13447
11. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* [Internet]. 2021 [acceso 22 jul 2025];272(71). DOI: 10.1136/bmj.n71
12. Garcia Júnior CAS, Toretí IR, Tomasi CD, Picalho AC, Eckert GL, Lima YF *et al.* Inteligência artificial na educação médica brasileira: revisão de escopo sobre a formação profissional – Protocolo [Internet]. 2025. DOI: 10.17605/OSF.IO/YPNCA
13. Bardin L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70; 2010.
14. Glaser BG, Strauss AL. *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. New Brunswick: Aldine Transaction; 2006.

15. Tejeda Orozco SP, Burgos Rodríguez EI. Mario. Paciente virtual para la enseñanza y evaluación médica [trabalho de conclusão de curso] [Internet]. Caracas: Universidad Simón Bolívar; 2019 [acesso 25 jun 2025]. Disponível: <https://bit.ly/4eAlxfC>
16. Maicher KR, Zimmerman L, Wilcox B, Liston B, Cronau H, Macerollo A et al. Using virtual standardized patients to accurately assess information gathering skills in medical students. *Med Teach* [Internet]. 2019 [acesso 22 jul 2025];41(9):1053-9. DOI: 10.1080/0142159X.2019.1616683
17. Yeoh K. The future of medical education. *Smedj* [Internet]. 2019 [acesso 22 jul 2025];60(1):3-8. DOI: 10.11622/smedj.2019003
18. Menéndez EL. Modelo médico hegemónico: tendencias posibles y tendencias más o menos imaginarias. *Salud colect* [Internet]. 2020 [acesso 22 jul 2025];16. DOI: 10.18294/sc.2020.2615
19. Castelani AVB. A inserção de novas tecnologias na educação médica e na prática clínica [dissertação] [Internet]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2020 [acesso 22 jul 2025]. Disponível: <https://bit.ly/4d2c9QH>
20. Civaner MM, Uncu Y, Bulut F, Chalil EG, Tatli A. Artificial intelligence in medical education: a cross-sectional needs assessment. *BMC Med Educ* [Internet]. 2022 [acesso 22 jul 2025];22(1). DOI: 10.1186/s12909-022-03852-3
21. Alemán Belando S. Adquisición de competencias clínicas en el grado en medicina: evaluación de un programa formativo [tese] [Internet]. Murcia: Universidad de Murcia; 2022 [acesso 22 jul 2025]. Disponível: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=315365>
22. Navos Iglesias M, Rabino MC, Zocchi M. Utilización de la inteligencia artificial en medicina: importancia de la educación antropológica bioética en los estudiantes de ciencias médicas. *Init* [Internet]. 2023 [acesso 22 jul 2025];12(1). Disponível: <https://bit.ly/4cYqGwN>
23. Moldt JA, Festl-Wietek T, Mamlouk AM, Nieselt K, Fuhl W, Herrmann-Werner A. Chatbots for future docs: exploring medical students' attitudes and knowledge towards artificial intelligence and medical chatbots. *Med Educ Online* [Internet]. 2023 [acesso 22 jul 2025];28(1). DOI: 10.1080/10872981.2023.2182659
24. Seth P, Hueppchen N, Miller SD, Rudzicz F, Ding J, Parakh K, Record JD. Data science as a core competency in undergraduate medical education in the age of artificial intelligence in health care. *JMIR Med Educ* [Internet]. 2023 [acesso 22 jul 2025];9:e46344. DOI: 10.2196/46344
25. Tokuç B, Varol G. Medical education in the era of advancing technology. *Balkan Med J* [Internet]. 2023 [acesso 22 jul 2025];40(6):395-9. DOI: 10.4274/balkanmedj.galenos.2023.2023-7-79
26. Gutiérrez-Cirlos C, Bermúdez-González JL, Carrillo-Pérez DL, Hidrogo-Montemayor I, Martínez-González A, Carrillo-Esper R et al. Medicine and the metaverse: current applications and future. *GMM* [Internet]. 2023 [acesso 22 jul 2025];159:280-6. DOI: 10.24875/GMM.M23000795
27. Villca Roso S, Choque Medrano JW. The role of medical simulation and artificial intelligence in quality medical training for medical students. *Multidisciplinary Health Education Journal* [Internet]. 2024 [acesso 22 jul 2025];6(1):1042-51. Disponível: <https://bit.ly/4cGyPVh>
28. Bautista Huaytalla MA, Flores Larzo ZG. Percepción sobre el uso de la inteligencia artificial (IA) en estudiantes de Medicina Humana de una universidad de Huancayo, Perú [trabalho de conclusão de curso] [Internet]. Huancayo: Universidad Continental; 2024 [acesso 22 jul 2025]. Disponível: <https://bit.ly/41WsYGU>
29. Baños Díez JE, Guardiola Pereira E. La convivencia entre la tecnología y el humanismo médico. *Medicina Clínica Práctica* [Internet]. 2024 [acesso 22 jul 2025];7(3). DOI: 10.1016/j.mcpsp.2024.100437
30. Srvani MR, Bharat KS, Naveen A, Naresh VJ. Awareness of medical students about the role of artificial intelligence in health care: a survey-based cross-sectional study. *Natl J Physiol Pharm Pharmacol* [Internet]. 2024 [acesso 22 jul 2025];14(3):490-4. DOI: 10.5455/njppp.2024.14.01021202426012024
31. Coelho EQ, Coelho AQ, Cardoso JED. Informações médicas na internet afetam a relação médico-paciente? *Rev Bioét (Impr.)* [Internet]. 2013 [acesso 22 jul 2025];21(1):142-9. Disponível: <https://bit.ly/3Qo738J>
32. Campos JDO, Pedroso ERP, Faria JRVD. A medicina contemporânea pode fazer mal para os pacientes? *RMMG* [Internet]. 2022 [acesso 22 jul 2025];32. DOI: 10.5935/2238-3182.2022e32301

33. Kochhann AJ, Brito ABS, Stahl BRDS, Brito BS, Menezes CVD, Martins DHN *et al.* A incorporação da Inteligência Artificial na rotina do estudante de medicina. *Contrib Cienc Soc* [Internet]. 2024 [acceso 22 jul 2025];17(8). DOI: 10.55905/revconv.17n.8-373
34. Feigerlova E, Hani H, Hothersall-Davies E. A systematic review of the impact of artificial intelligence on educational outcomes in health professions education. *BMC Med Educ* [Internet]. 2025 [acceso 22 jul 2025];25(1). DOI: 10.1186/s12909-025-06719-5
35. Nunes HDC, Guimarães RMC, Dadalto L. Desafios bioéticos do uso da inteligência artificial em hospitais. *Rev. Bioét. (Impr.)* [Internet]. 2022 [acceso 22 jul 2025];30(1):82-93. DOI: 10.1590/1983-80422022301509PT
36. Mennella C, Maniscalco U, Pietro G, Esposito M. Ethical and regulatory challenges of AI technologies in healthcare: a narrative review. *Heliyon* [Internet]. 2024 Feb [acceso 22 jul 2025];10(4). Disponível: <https://bit.ly/4ct8Q4S>
37. Nascimento SM, Paiva TMGD, Kasuga MPM, Silva TDAF, Crozara CMG, Byk J *et al.* Inteligência artificial e suas implicações éticas e legais: revisão integrativa. *Rev Bioét (Impr.)* [Internet]. 2024 [acceso 22 jul 2025];32. DOI: 10.1590/1983-803420243729PT

Carlos Alberto Severo Garcia Júnior – Doctor – carlos.garcia.junior@ufsc.br

 0000-0003-3367-4151

Cristiane Tomasi – Doctora – cdtomasi@gmail.com

 0000-0002-1813-765X

Indianara Reynaud Toreti – Doctora – irt@unesb.net

 0000-0001-8730-4311

Yuri Farias Lima – Especialista – yurifarias10297@gmail.com

 0000-0002-7158-6665

Giovana Laís Eckert – Graduada – eckert.giovana@gmail.com

 0000-0003-3341-3883

Luis Guilherme Fernandes Martins – Estudante de grado – luisgfm1@gmail.com

 0009-0005-8498-7037

Antonio Carlos Picalho – Estudante de doctorado – tonipicalho@gmail.com

 0000-0002-6520-6224

Correspondencia

Carlos Alberto Severo Garcia Júnior – Rod. Gov. Jorge Lacerda, 3201, Jardim das Avenidas CEP 88906-072. Araranguá/SC, Brasil.

Contribución de los autores

Carlos Alberto Severo Garcia Júnior: concepción del estudio; metodología; investigación; redacción – versión original; redacción – revisión y edición. Cristiane Tomasi: investigación; selección de los estudios; redacción – revisión y edición. Indianara Reynaud Toreti: investigación; selección de los estudios; redacción – revisión y edición. Yuri Farias Lima: análisis formal de los datos; interpretación de los resultados; redacción – revisión y edición. Giovana Laís Eckert: análisis formal de los datos; interpretación de los resultados; redacción – revisión y edición. Luis Guilherme Fernandes Martins: concepción del estudio; redacción – versión original. Antonio Carlos Picalho: concepción del estudio; metodología; desarrollo de las estrategias de búsqueda; redacción – versión original; redacción – revisión y edición.

Disponibilidad de los datos: Todos los datos utilizados o generados en la investigación se describen y presentan íntegramente en el cuerpo del artículo.

Editora responsable: Dilza Teresinha Ambrós Ribeiro

Recibido: 24.6.2025

Revisado: 10.02.2026

Aprobado: 18.2.2025